

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Matej Soldo, apsolvant

Preddiplomski stručni studij Mehanizacija u poljoprivredi

**BUDUĆNOST UPORABE DIZEL MOTORA U POLJOPRIVREDNOJ**  
**MEHANIZACIJI**

**Završni rad**

Vinkovci, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Matej Soldo, apsolvant

Preddiplomski stručni studij Mehanizacija u poljoprivredi

**BUDUĆNOST UPORABE DIZEL MOTORA U POLJOPRIVREDNOJ  
MEHANIZACIJI**

**Završni rad**

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. izv. prof. dr. sc. Pavo Baličević, predsjednik
2. doc. dr. sc. Drago Kraljević, mentor
3. dr. sc. Željko Barač, mag. agr., član

Vinkovci, 2019.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. RAZVOJ DIZELSKI MOTORA .....	2
3. PROBLEM DANAŠNJIH DIZEL MOTORA S ISPUŠNIM PLINOVIMA .....	5
4. NOVI DIZELSKI MOTORI BUDUĆNOSTI.....	9
4.1. Razlika između dizelskih motora nove generacije i starih dizelskih motora.....	10
4.2. Druga perspektiva.....	18
4.3. Prednosti daljnjeg razvoja dizelskih motora.....	19
4.4. Budućnost dizelskih motora .....	21
5. ZAKLJUČAK .....	23
6. POPIS KRATICA .....	24
7. LITERATURA.....	25
8. POPIS SLIKA.....	26
9. POPIS TABLICA.....	27
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	
BASIC DOCUMENTATION CARD	

## 1. UVOD

Mnogi pojedinci koji razmišljaju o tome da postanu mehaničari dizelskih motora i tehničari zainteresirani su znati što budućnost ima za dizelski motor. Srećom, činjenica je da su dizelski motori spremni postati uobičajeni u bliskoj budućnosti, zbog niza prednosti koje imaju u usporedbi s drugim konstrukcijama motora. Poboljšanje učinkovitosti dizelskog motora bit će važna poluga za europske OEM-e koji žele ispuniti ciljeve EU-a u pogledu emisija, bilo za CO<sub>2</sub> ili NO<sub>x</sub>. U oba slučaja, poboljšanje učinkovitosti dizelskih pogonskih sklopova moglo bi zahtijevati veće troškove za kontrolu emisija. Izgledi za dizelske motore mogli biti jako svijetli ako bi se potrošilo više novca na učinkovitiji rad motora umjesto na ono što se sada događa s EGR ventilima i filtriranjem uree. Smjer kojim se sada kreće čini da motor troši više energije i ne štedi energiju. Emisije dizelskih goriva nisu tako loše i manje su vjerojatno da će vas ubiti nego emisije benzina. Na primjer, CO izlaz na dizelskom gorivu je toliko nizak da nikada ne možete umrijeti od njega. Dok vas plinski motor još uvijek može ubiti ako nije u skladu s najmanjim dijelom. Dizelski motori su također sigurniji od plinskog motora u sudaru. Neobrađeno gorivo jednostavno neće gorjeti bez topline ili stijenja.

## 2. RAZVOJ DIZELSKI MOTORA

Porijeklo dizelskih motora je usko povezano s poviješću parnih strojeva. Grci i Rimljani su znali da se para može nekako iskoristiti za koristan rad. Uređaj za aeolipil, poznat junaku Aleksandrijskom, bio je primitivna reakcijska turbina koja je očito korištena za otvaranje vrata hrama. Međutim, ovaj aspekt dobivanja energije iz pare je ubrzo bio zaboravljen tisućljećima kasnije, kada je postojao zahtjev za podizanje vode iz rudnika ugljena, para je uvedena u veliku posudu koja je ugušena kako bi se stvorio nizak tlak za usisavanje vode koja se crpi. Newcomen je 1710. godine uveo sklop cilindra i klipnu gredu tako da se voda može crpiti iz viših dubina. Kondenzirajuća para u cilindru potisnula je klip kako bi stvorio pumpanje (Čevra, 1991.)

Još pola stoljeća kasnije, 1765. godine James Watt izbjegao je hlađenje vruće komore koja sadrži paru dodavanjem zasebne kondenzacijske komore. Ova uspješna pumpa za parne strojeve pronašla je investitore za proizvodnju, ali rudnici uglja već su imali konje za podizanje vode koja će se pumpati (Lambić, 1998.)

Prvo kopneno vozilo u kojem je korišten Benzov dizel motor je traktor 1922. godine. Tvrtka Mannheim razvila je vozilo s tri kotača zajedno s proizvođačem motora i traktora Munchen Sendling. Benz i Sendling su pokazali prototip na poljoprivrednoj izložbi 1922. u Königsebergu, danas u Kalinjingradu, i odmah pronašli kupce za ovo vozilo i još dvije jedinice za pripremnu seriju. Stroj je opremljen dizelskim motorom s dva cilindra koji je razvio 18 kW (25 KS) pri 800 o/min. Otvor i hod: 135 x 200 milimetara. Traktor je počeo s proizvodnjom u ožujku 1923. kao motorni plug Benz Sendling S 6 s jednim pogonskim kotačem.

Kada je Rudolph Diesel napravio svoj revolucionarni izum krajem 19. stoljeća, svijet se zauvijek promijenio. Njegov motor, tijekom posljednjih 100 godina, doslovno je promijenio način na koji svijet funkcionira. Ali to nije učinio bez pomoći drugih inovatora i vizionara. Godine 1864. prije Dieselovog otkrića, dvojica gospodina Nicolausa Augusta Otta i Eugena Langena osnovali su NA Otto & Cie u Kolnu, Njemačka. Bila je to prva tvornica motora na svijetu (Veliki, 2002.)

Samo nekoliko godina kasnije, par je osvojio zlatnu medalju na izložbi Universelle u Parizu za najekonomičniji stroj za laku industriju. Nekoliko godina kasnije je proširena i

osnovano je dioničko društvo Gasmotoren-Fabrik Deutz AG (GFD), koje je rodilo Deutza. Tvrtka je tijekom godina mijenjala svoje ime, ali je oduvijek ostala ista, stalno rastuća tvrtka.

Otto je 1876. godine napravio značajan pečat na svijetu, izumivši četverotaktni motor s unutarnjim izgaranjem koji je prodan u cijelom svijetu. Tvrtka je počela proizvoditi strojeve s vlastitim pogonom i traktore, a 1907. godine GFD je započeo masovnu proizvodnju dizelskih motora. Od tog trenutka, Deutz vodi naboje u industrijskim dizel motorima.

U isto vrijeme, Deutz je zaposlio Ettorea Bugattija, uskoro poznatog proizvođača automobila. Bugatti je izgradio Tip 8 i 9 dok je radio kao produkcijski direktor za Deutz, a kasnije je u podrumu svoje garaže izgradio minijturni tip 10. Ne zna se zašto su išli svojim putem, premda je sigurno pretpostaviti da je Bugatti želio nastaviti svoju automobilsku proizvodnju.

GFD je 1921. godine stvorio savez s Motorenfabrik Oberursel AG, a naziv tvrtke je promijenjen u Deutz AG. Krajem 1920-ih Deutz je izgradio svoj prvi traktor, koristeći Deutz MTH 222 dizelski motor od 14 konjskih snaga. Deutz se tijekom sljedećih nekoliko godina ponovno spojio, ovaj put s tvrtkom Maschinenbauanstalt Humboldt AG, njemačkom firmom za strojarstvo, te s Motorenfabrikom Oberurselom AG. Nove su veze dovele Deutz na tržišta lokomotiva i dublje u automobilsko tržište.

Nakon projektiranja i izgradnje još nekoliko traktora, Deutz je izgradio ono što bi postalo poznato kao „narodni traktor“. F1M414 je odigrao značajnu ulogu u mehaniziranju malih farmi diljem svijeta. Pokretan jednim cilindrom, vođeno hlađeni motor gurnuo je 11 konjskih snaga – oskudne brojeve prema današnjim standardima, ali veliki skok od ručnog rada. F1M414 izgrađen je 1951. godine, kao što je, a potom ponovno do 1959. godine s zrakom hlađenim motorom.

Tvrtka je stekla još nekoliko tvrtki i postala poznata kao Klockner Humboldt Deutz AG (KHD). Tijekom Drugog svjetskog rata, KHD je dobio naredbu za proizvodnju topništva. Nakon rata, proizvodni pogoni su pretrpjeli mnogo štete. Trebalo je pet godina nakon završetka rata da se tvrtka vrati tamo gdje je bila prije. Počeli su preuzimati motore hlađene zrakom, a nekoliko novih dizajna integriralo je nove generacije dizelskih motora kao i prednji ovjes velikim uspjehom. Lokomotive su također nastavila s širenjem linije tvrtke.

Prvi Deutzov traktor s pogonom na sva četiri kotača je nastao 1965. godine. U kombinaciji sa sljedećim motorom iz 1968. godine prodano je gotovo 400,00 jedinica, a 1968. godine bila je transparentna godina za korporaciju i njezin savez. Deutz-Fahr nastao je stjecanjem većinskog dioničara FAHR-a, člana KHD-a koji je prethodno izgradio poljoprivrednu opremu.

### 3. PROBLEM DANAŠNJIH DIZEL MOTORA S ISPUŠNIM PLINOVIMA

Štetni plinovi naime imaju znatan utjecaj i na biljke, životinje, propadanje materijala, klimatske promjene, ali najznačajnije djelovanje je na čovjekovo zdravlje. Ovaj problem predstavljaju urbani gradovi s velikim prometom. Najočigledniji utjecaj onečišćenog zraka na ljudsko zdravlje su bolesti dišnih organa kao primjerice astma, bronhitis, rak pluća. Ovisno o trajanju izlaganja štetnim tvarima postoje akutni i kronični učinci zagađivača zraka. Kronični postaju vidljivi tek nakon duljeg vremenskog razdoblja, dok akutni se učinci manifestiraju već nakon kratkotrajnog izlaganja odmah nakon nekoliko dana. Djeca te osobe s kroničnim bolestima pluća i srca su posebno osjetljivi na onečišćenje zraka. Čestice manjeg promjera su opasnije po zdravlje jer mogu prodrijeti dublje u respiratorni sustav.

Učinci nekih štetnih plinova iz zraka i njihov utjecaj na čovjeka:

- **Sumporov dioksid ( $\text{SO}_2$ )** je bezbojan plin, kisela okusa, nadražuje dišne putove, otapa se u sluznicama usta, nosa i bronhija. U kombinaciji s finom prašinom povećava štetno djelovanje sumporovog dioksida jer kiseli aerosol prodire do unutarnjih dišnih organa.
- **Ugljični monoksid ( $\text{CO}$ )** je plin bez boje i mirisa, jako otrovan jer se veže na hemoglobin u krvi čime sprječava prijenos kisika.
- **Dušikov dioksid ( $\text{NO}_2$ )** je crvenosmečkast plin, koji na čovjeka utječe slično kao  $\text{SO}_2$ , izazivajući zapaljenje respiratornog sustava, uz glavobolju i kašalj. U većim količinama je vrlo toksičan pa može dovesti do ozbiljnih oštećenja na plućima.
- **Čađa** utječe na dišni sustav, a s nekim spojevima može biti i kancerogen. Ozon je bezbojan plin zagušljiva mirisa, nadražuje dišne putove, te povećava osjetljivost na infekcije. Olovo posebno opasno jer djeluje na mozak male djece, te se taloži na ljudskim kostima, što dovodi do raka (Golubović, 1999).



- Treba spomenuti da su biljke najosjetljivije i one prve reagiraju na onečišćenja. Onečišćenja rezultiraju promjene biokemijskih procesa u rastu biljke, pigmentnim promjenama, čak i uginuću vrsta i promjenama boje lišća. Zagađeni zrak ulazi u biljku kroz otvorene na lišću prigodom normalne respiracije biljke. U lišću tada dolazi do reakcije između štetnih tvari i klorofila biljaka, time se uništava klorofil te dolazi do poremećaja procesa fotosinteze. Upravo tako u ruralnim područjima ima više osjetljivije vegetacije nego u urbanim, zbog manje zagađenosti zraka.

Utjecaj štetnih plinova na biljke:

- **Dušikov dioksid ( $\text{NO}_2$ )** utječe na depresivna i stimulativna stanja za vrijeme rasta biljaka.  $\text{NO}_2$  već pri kratkotrajnoj vremenskoj koncentraciji od 0,5 do 1,0 mg/m<sup>3</sup> uzrokuje oštećenje biljaka. Primjer trovanja je lišće na granama drveća tijekom zime.
- **Etilen ( $\text{C}_2\text{H}_4$ )** je plin na bazi ugljikovodika. Etilen izaziva abnormalnosti u rastu i razvoju biljaka, otpadanje lišća, odumiranje cvijeća, smanjenje rasta i opadanje vršnih izdanaka i slabljenje rasta trave. Biljke koje su posebno osjetljive na etilen su rajčica, pamuk i orhideja, a zelena salata je otporna.
- **Sumporov dioksid ( $\text{SO}_2$ )** je poguban za asimilacijski proces biljaka. U koncentracijama većim od 0,35 mg/m<sup>3</sup> nanosi teške smetnje pojedinog igličastog drveća. Osjetljive biljke na sumporov dioksid su ječam, jabuka, pamuk, bor i druge, a otporne celer, kukuruz, dinja, hrast.
- **Prašina** uzrokovana cestovnim prometom izolira toplinu, svjetlo te začepљуje pore biljaka. Uzrok je štetnog utjecaja na biljke koji je povezan s rastom. To se odnosi na grubu prašinu koja se nalazi uz sam rub ceste te na taj način oštećuje vegetaciju, te ostaje dugo lebdjeti u zraku.
- **Olovo** na lišću biljaka u blizini prometnica se može nataložiti i do 20% olovnih sastojaka. Olovo se najčvršće zadržava na gornjem dijelu biljaka, tako da potpuno ne prodire u list biljke. Olovo u velikim koncentracijama utječe na produživanje korijena i rast listova (Golubović, 1999:32).

Još jedan bitan utjecaj zagađenog zraka je utjecaj na stvaranje kiselih kiša. Kisele kiše su padaline zagađene prije svega sumporovim dioksidom ( $\text{SO}_2$ ) i dušikovim oksidima ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Pri sagorijevanju nastaju plinovi koji u atmosferi zajedno sa vodenom parom oksidiraju u sumpornu i dušičnu kiselinu. One se nalaze otopljene u zraku pa na zemlju padaju s padalinama. Igličasto drveće je jače pogođeno štetama uzrokovanim kiselim kišama, posebice jela. Kod listopadnog najveći štetni utjecaj kiselih kiša vidi se na hrastu. Oštećenja koja su vidljiva na igličastom drveću: oštećenje pupoljaka, kore, požutjele iglice, anomalije rasta, slabija otpornost na mraz, štetočine i drugo. Kisele kiše mogu imati i veliki utjecaj na životinjski svijet, točnije ribe i druge organizme ukoliko se pH vrijednost u potocima i jezerima promjeni utjecajem kiselih kiša.

Od svog osnutka Europska konferencija ministara prometa (ECMT) 1953. godine nastoji olakšati međunarodni cestovni promet i integrirati dotična tržišta. Multilateralna kvota prijevoznčkih licenci je uvedena 1. siječnja 1974. godine, a Vijeće ministara je smatralo da su učinili dobar korak prema postepenoj liberalizaciji cestovnog prijevoza tereta. Spomenuto dostignuće se moglo ostvariti samo zajedničkim snagama zemalja članica i nastojanjima da se usklade uvjeti konkurencije cestovnih prijevoznika iz različitih zemalja i način transporta.

Uvođenjem normi s obzirom na emisiju buke i kemijskih sastojaka ispuha za „zelene“ kamione, a potom i strože norme za ispušne plinove i sigurnosnu opremu za „zeleniji i sigurniji“ kamion, kao i za „EURO3 sigurni“ i „EURO4 sigurni“ kamion, multilateralna se kvota također zalaže za ekološka i sigurna vozila i time osigurava trajnu pokretljivost.

U Europi je isprva u ispušnim plinovima automobilskih motora bila ograničena samo emisija ugljikovog monoksida ( $\text{CO}$ ), no od 1970. godine je ograničena i emisija ugljikovodika ( $\text{HC}$ ). Od 1977. godine je ograničena emisija  $\text{NO}_x$  (najprije samo za motore s vanjskim izvorom paljenja – Ottovi motori), a od 1988. je ograničena i količina čestica (PM) kod Dizelovih motora. Od 1992. godine pojedine razine dopuštenih emisija štetnih tvari nose naziv Euro.

Sva vozila registrirana od 1. listopada 2006. godine u zemljama Europske unije, moraju zadovoljiti zakon o normi Euro 4. Od 1. listopada 2009. na snagu stupa Euro 5, a od rujna 2015 je na snazi i Euro 6.

	Stupanje na snagu	CO	HC	HC + NO <sub>1</sub>	NO <sub>x</sub>	PM
		(g/km)				
Euro 1	1992./07.	3,16		1,13		0,18
Euro 2, IDI	1996./01.	1,00		0,70		0,08
Euro 2, DI	1996./01.	1,00		0,90		0,10
Euro 3	2000./01.	0,64		0,56	0,50	0,05
Euro 4	2005./01.	0,50		0,30	0,25	0,025
Euro 5	2009./09.	0,50		0,23	0,18	0,005
Euro 6	2014./09.	0,50		0,17	0,08	0,005

Tablica 1. Maksimalne dopuštene količine (g/km) pojedinih štetnih tvari u ispuhu motora  
vozila kategorije M1 kod Dizel motora

Izvor: <https://www.dieselnet.com/>, 7.09.2017.

#### 4. NOVI DIZELSKI MOTORI BUDUĆNOSTI

Čista dizelska tehnologija sada je standard za svu novu tehnologiju, sve od novih osobnih automobila i kamioneta do komercijalnih kamiona na autocestama. Čisti dizel je sustav od tri ključna dijela: čistije dizelsko gorivo, napredna tehnologija motora i naknadna obrada. Sada, počevši od 2011., ova nova generacija čiste dizelske tehnologije za terenske motore i opremu poznatu kao Tier 4 će se probiti na gradilištima i industrijskim gradilištima i farmama širom zemlje.

Tier 4 odnosi se na generaciju federalnih standarda za emisije u zrak koje je uspostavila američka Agencija za zaštitu okoliša (EPA) koja se primjenjuje na nove dizelske motore koji se koriste u terenskoj opremi. U suštini to zahtijeva od proizvođača da smanje razine čestica i dušikovih oksida ( $\text{NO}_x$ ) na razinu koja je 50-96 % niža od postojeće generacije dizelskih motora. Važno je napomenuti da se zahtjevi za emisiju Tier 4 primjenjuju samo na nove proizvode i ne primjenjuju se retroaktivno na postojeće strojeve ili opremu. EPA i Kalifornija usvojili su iste standarde, tako da ne postoje jedinstveni Tier 4 standardi za emisiju dizelskih goriva koji se primjenjuju u Kaliforniji.

Putem Zakona o čistom zraku, EPA uspostavlja nacionalne standarde čistog zraka koji određuju razine dozvoljenih emisija (ozon, fine čestice, itd.) u zraku. Od toga, izvori tih emisija (automobili, kamioni, traktori, elektrane, druga industrija) regulirani su od strane Agencije za zaštitu okoliša (EPA) i Kalifornijskog odbora za zračne resurse kako bi se kontrolirala količina i vrste emisija. Svako državno ili regionalno područje s razinama emisija koje prelaze standarde moraju razviti plan za poboljšanje kvalitete zraka i ispunjavanje zahtjeva za čistim zrakom koji je uspostavila Agencija za zaštitu okoliša. Uvođenje novih čistijih dizelskih motora pomoći će u državnom i regionalnom poštivanju čistog zraka.

"Razgraničena" („Tiered“) serija propisa o emisiji ispušnih plinova na snazi je tijekom proteklih 13 godina za nove terenske motore i opremu. Ovi standardi uspostavljaju progresivno niže dopuštene emisije dušikovih oksida i čestica. To je složen sustav i njegovi datumi usklađenosti temelje se na veličini motora (u KS i / kW-hr) i drugim čimbenicima. Standardi razine 4 pružaju proizvođačima mogućnost fleksibilnosti i uključuju privremeni korak - Tier 4 privremeni - koji zahtijeva značajno smanjenje emisija PM-a i fleksibilnost u

snižavanju dušikovih oksida. Krajnji korak 4. razine uključuje dodatna smanjenja emisija NO<sub>x</sub> i HC.

Motor razine u osnovi nema moderne kontrole emisija i može se smatrati nereguliranom i vjerojatno će biti mehanički kontroliran motor, a ne elektronički. Svaki napredak standardne razine - Tier 1, Tier 2, Tier 3 motori su sve manje u emisijama i tehnološki napredniji od prethodne generacije. Korištenje elektroničkih kontrola motora, novi sustavi ubrizgavanja goriva pod visokim tlakom i napredna turbopunjača sve su tehnologije koje smanjuju emisije i poboljšavaju performanse.

Prema saveznom zakonu i propisima EPA, ovisno o stroju, proizvođači će obično moći proizvoditi Tier 4 motore nakon utvrđenih rokova. Međutim, prodavači opreme mogu prodavati zalihe motora i opreme iz tehnologije prethodne generacije (Tier 3) dok se inventar ne potroši. Svaki motor i oprema OEM mogu imati različite tehnologije i planove prijelaza, tako da će biti važno razumjeti ove zahtjeve za svaki stroj i ocjenu snage svakog motora i svakog proizvođača. Prema pravilima EPA, proizvođačima je omogućena fleksibilnost u ispunjavanju zahtjeva. Isto tako, strojevi za izvoz izvan SAD-a tretiraju se različito.

Novi motori i oprema nove generacije Tier 4 zahtijevat će uporabu dizelskog goriva s ultra niskim sadržajem sumpora (ULSD) koji ne sadrži više od 15 ppm sumpora. Ovo gorivo se od 2006. koristi u vozilima na autocestama. Stariji off-road strojevi i motori mogu nastaviti koristiti gorivo s većim udjelom sumpora koje će biti dostupne u zemljama koje se smanjuju do prosinca 2011. Dobavljači starog dizelskog goriva s većim sadržajem sumpora brzo će se smanjivati nakon 2010., ali će ipak biti dostupni u neke udaljenije lokacije i područja u zemlji.

#### **4.1. Razlika između dizelskih motora nove generacije i starih dizelskih motora**

Iako će svaki proizvođač slijediti svoju vlastitu tehnologiju i strategiju usklađenosti s emisijama, postoje brojne nove tehnologije koje dolaze na mnoge Tier 4 motore i opremu. Za opremu, promjene koje će vjerojatno biti najuočljivije su u pakiranju i postavljanju sustava naknadne obrade i povećanoj veličini sustava usisa zraka kako bi se udovoljilo potrebama povećanog protoka zraka i hlađenja. Nove promjene na motoru vjerojatno će značiti da se

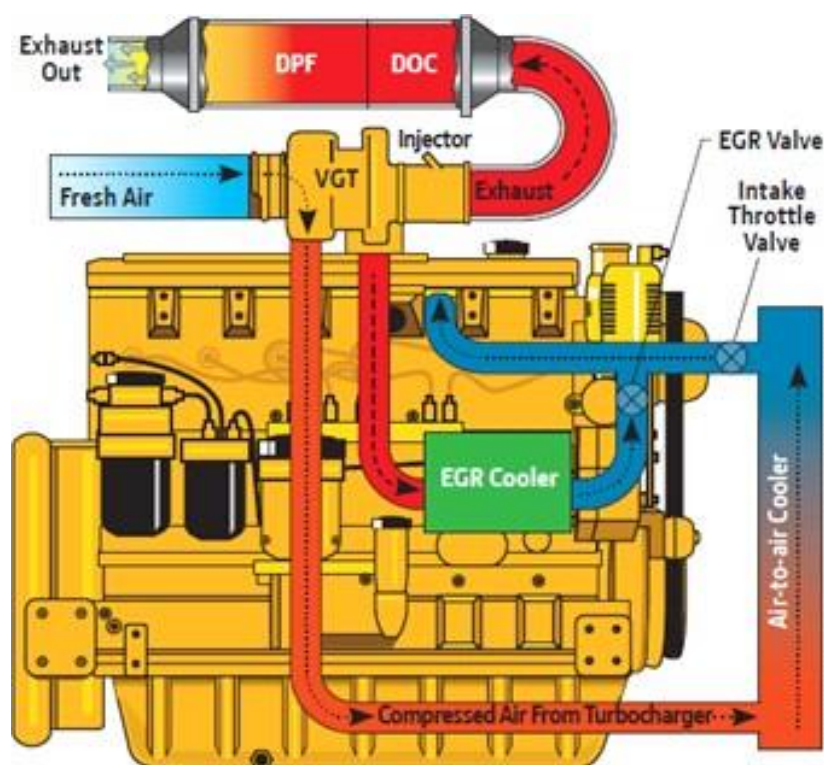
dijelovi motora mogu prerađivati kako bi upravljali novim sustavima. Neki OEM-ovi su naznačili da će pakirati novu konfiguraciju ispušnog sustava unutar prerađene limene kože, dok će drugi postaviti sustave na svojim tradicionalnim mjestima s dodatnim zaštitnim i montažnim hardverom kako bi zadovoljili težu komponentu ispušnog sustava.

Većina Tier 4 motora će biti elektronski kontrolirana, što znači da će računalo pratiti i podešavati gorivo i mješavinu zraka kako bi optimiziralo emisije i performanse motora u stvarnom vremenu. Osim toga, promjene u motoru uključivat će nove i različite sustave za prilagodbu povećanom odbijanju topline novih motora. Po prvi put, većina opreme za terensku vožnju vjerojatno će uključiti tehnologiju kontrole emisija u ispušni sustav, kao što je katalizator i/ili filter čestica, obično umjesto postojećeg ispušnog sustava i ispušnog sustava. Neki od ovih novih sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova znače da se cijevi i položaj ispušnog lonca i ispušnih plinova mogu razlikovati od prethodnih generacija opreme, ili potencijalno veće veličine kako bi se prilagodile novim funkcijama, au nekim slučajevima i toplijim temperaturama ispušnih plinova.

Postoje dva primarna tehnološka puta za zadovoljavanje zahtjeva 4. razine; recirkulaciju ispušnih plinova (EGR) ili selektivnu katalitičku redukciju (SCR) [6]

Neki Tier 4 motori uključivat će uporabu recirkulacije ispušnih plinova (EGR). EGR je tehnika koja recirkulira dio ispušnih plinova natrag u komoru za izgaranje koja ima učinak smanjenja temperature izgaranja i smanjuje stvaranje NOx. Ovaj sustav će dodati dodatne razdjelnike i vodovodne instalacije oko motora.

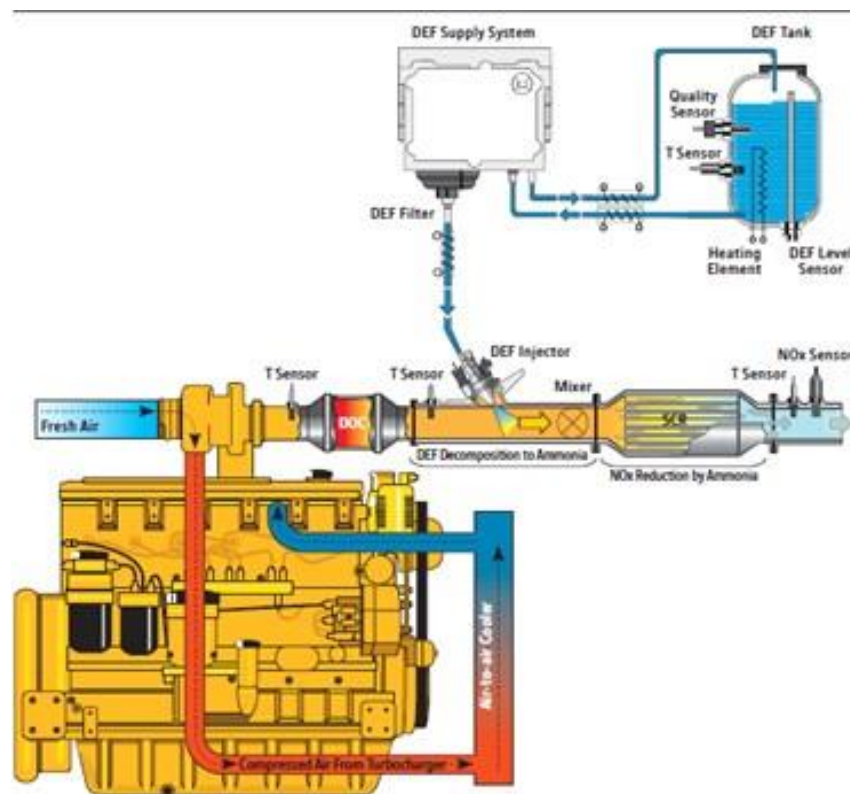
Jedna od najvećih promjena za trgovce motora i opreme je da će neki motori / strojevi koristiti novi sustav kontrole emisije koji je poznat kao selektivna katalitička redukcija (SCR) (Slika 1). Ova tehnologija je također dizajnirana za smanjenje emisija dušičnih oksida. Široko iskorišten u Europi na teškim kamionima i u nekim američkim stacionarnim industrijskim i energetske postrojenjima, SCR tehnologija je nova u SAD-u za mobilne cestovne i terenske primjene u 2010. Većina proizvođača teških teretnih vozila počela je koristiti SCR tehnologiju u svojim proizvodima iz 2010. godine, zajedno s brojnim proizvođačima lakih dizelskih automobila, a neki proizvođači to će iskoristiti i u svojoj terenskoj opremi.



Slika 1. Shema tehnologije Interim Tier 4 koja koristi EGR. (John Deere)  
 Izvor: <https://www.dieselforum.org/files/dmfile/CleanDieselTechnologyforOff-Road.pdf>

U ovom SCR sustavu poseban katalizator nalazi se u sustavu struje ispušnih plinova / ispušnog lonca nizvodno od aktivnog sustava za doziranje raspršivača koji periodično sprejava maglu kemijskog reagensa zvanog ispušni fluid za dizel (DEF) ili vodenu ureju - da reagira s ispušnim dušikom oksidi i niže emisije iz ispušne cijevi. Ovisno o njegovoj veličini stroj će imati spremnik koji će držati do 15 galona tekućeg DEF-a. DEF sustav doziranja, dovodna i povratna cijev te upravljačke i nadzorne funkcije integrirane su u elektroničke kontrole motora. Potrošnja DEF-a ovisi o iskorištenosti opreme, faktorima opterećenja, praznom hodu itd. Proizvođači optimiziraju SCR tehnologiju i DEF spremnike tako da DEF spremnici moraju biti nadopunjeni zajedno s ključnim intervalima održavanja. Indikatorska žaruljica na crtici upozorit će operatera kada je DEF napajanje slabo i treba ga nadopuniti. Ako se ne nadopuni, nakon niza pokretanja, stroj će se s vremenom vratiti u "opušteni" način rada, gdje se performanse motora deformiraju sve dok se ne nadoknadi DEF tekućina i dok se ne uspostavi integritet sustava kontrole emisija. Opskrba DEF-a raste za tržište autocesta. Općenito se očekuje da će biti dostupniji jer se proizvode više motora i vozila koja to zahtijevaju [6]

Tier 4 motori i strojevi mogu imati druge razlike ovisno o proizvođaču. To bi moglo uključivati promjene u konjskim snagama, manje pomake motora i različite performanse snage i okretnog momenta, veću ekonomičnost goriva i druge čimbenike.



Slika 2. Shema Tier 4 tehnologije koja koristi SCR. (John Deere)

Izvor: <https://www.dieselforum.org/files/dmfile/CleanDieselTechnologyforOff-Road.pdf>

Svaki put kada se novi motor ili stroj uvedu na tržište, on postavlja novi standard za potencijalne kupce koji odmjeravaju troškove i koristi nadogradnje na novu tehnologiju sa zadržavanjem svoje starije tehnologije. Opći gospodarski uvjeti i potražnja za novom tehnologijom nasuprot „starijoj“ tehnologiji utječu na prodaju i opremu na tržištima. Nije poznato da li će uvođenje tehnologije emisije Tier 4 imati posebno različit utjecaj na vrijednost opreme i motora prije Tier 4.

Međutim, vlasnici opreme koji razmišljaju o kupnji starijih/rabljenih motora i opreme trebali bi biti svjesni da budući projekti i ponude za izgradnju mogu uključivati razmatranje dobi i/ili emisija vozila koja se koriste u budućem projektu. Emisijske performanse nove i postojeće opreme bi se trebale ocjenjivati zajedno, budući da izvođači razmatraju opcije trgovine i preprodaje [6]



Smanjenje emisija do razine blizu nule će uvest brojne promjene u dizajnu motora i opreme kako bi se ugradile nove tehnologije u opremu. Svaki proizvođač će odrediti vlastitu strategiju usklađenosti proizvoda. Te promjene mogu uključivati uređaje kao što su filtri za čestice, oksidacijski katalizatori, hvatači za NO<sub>x</sub> ili SCR koji su integrirani u postojeće sustave ispušnih plinova i ispušnih lonaca.

Tehnički će morati imati opće poznavanje elektronički upravljanih motora, uređaja za kontrolu ispušnih plinova, koncepta i prakse mjerenja povratnog pritiska, zajedno s općim održavanjem i radom ispušne opreme. Neki proizvođači će vjerojatno uključiti nova upozoravajuća svjetla operatera i indikatore na armaturnoj ploči da označe razine/uvjete novog ispušnog fluida u dizelskom gorivu, ili naznaku događaja regeneracije filtra čestica koji zahtijevaju posebnu pozornost. Novi Tier 4 motori/strojevi mogu koristiti tehnologiju filtra čestica koja može zahtijevati periodično održavanje i čišćenje i/ili uklanjanje.

Za proizvođače koji koriste SCR tehnologiju, zaposlenici u uslužnim djelatnostima trebaju biti obučeni o općim aspektima SCR tehnologije, uključujući osnovne SCR komponente na stroju (SCR katalizator, spremnik, mlaznice za prskanje i vodovodne sustave), protok tekućine i pritiske i rješavanje problema. Također se snažno preporučuje obuka o sigurnom rukovanju, skladištenju, zbrinjavanju i ispuštanju ispušnih plinova dizelskog goriva, uključujući i njegov sigurnosni list (MSDS) [6]

U ovom se trenutku ne mogu nagađati nikakvi specifični zahtjevi za dijagnostičkom opremom. Međutim, ako proizvođač koristi tehnologiju kontrole emisije SCR na svom motoru ili stroju, to će zahtijevati da uslužni objekti održavaju opremu i opremu za ispuštanje DEF-a, uobičajeno poznatu kao vodena urea, u količinama za servisiranje Tier 4 motora s ovom tehnologijom [6]

Zahtjevi za Tier 4 se primjenjuju samo na nove motore – uključujući one prodane u Kaliforniji i svim drugim državama. Ne postoji federalni zahtjev za nadogradnjom bilo kojeg postojećeg motora na nove standarde 4. razine. Kalifornija provodi posebne državne zahtjeve za modernizaciju i nadogradnju strojeva i opreme u toj državi.

Emisije dizelskih motora se postupno kreću prema nultoj razini nekoliko godina i razina 5 konačne emisije su blizu nule. Međutim, EPA uspostavlja buduće standarde koji se temelje na razmatranju kakvoće zraka i tehničkoj izvedivosti. U tijeku su novi napori

za utvrđivanje zahtjeva za potrošnjom goriva za autoceste na autocestama, s naglaskom na emisije ugljičnog dioksida iz terenskih motora i opreme moguće je u budućnosti.

Proizvođači će nastojati osigurati da novi motori imaju jednaku ili veću izdržljivost od prethodnih generacija motora.

Proizvođači rade na proizvodnji proizvoda koji nisu samo niži u emisijama, nego i onih koji održavaju ili povećavaju prethodne performanse motora. Budući da većina proizvođača gradi Tier 4 tehnologiju izvan Tier 3 platformi, oni su uspjeli održati ili poboljšati performanse u zahtjevima kao što su pokretanje na hladnom vremenu, vrijeme odziva, izlazna snaga, vršni okretni moment i zakretni moment pri malim brzinama. Neki motori nove generacije mogu imati različite karakteristike snage i / ili stope potrošnje goriva.

Neki novi Tier 4 motori mogu imati dodatne ili različite zahtjeve održavanja u usporedbi s prethodnom generacijom opreme. Ti novi zahtjevi mogu uključivati promjene u vrstama motornog ulja, učestalost preporučenih izmjena ulja i promjene u filtrima zraka i filterima goriva te redovito održavanje sustava za filtriranje čestica ispušnih plinova. Za motore koji koriste SCR tehnologiju, oni će se morati povremeno puniti s DEF-om koji se može pojaviti u intervalima održavanja ili na gradilištu, ovisno o dizajnu proizvođača, uporabi stroja i drugim čimbenicima. Oprema koja koristi filtere za dizelske čestice zahtijevat će održavanje ispušnog filtra u intervalima obično od 3.000 do 4.500 sati [6]

Proizvođači trenutno dopuštaju / jamče uporabu mješavine od 5 do 20 posto mješavine biodizela (metil estera masnih kiselina) koji zadovoljava određene zahtjeve ASTM kvalitete u redovnom dizelskom gorivu koji će se koristiti u postojećim dizelskim motorima i opremi. Međutim, za nove Tier 4 motore ostaje da se vidi kakva će biti politika. Mješavine biodizela mijenjaju temperature izgaranja i ispušnih plinova i mogu utjecati na performanse ili trajnost nekih novih tehnologija za kontrolu emisija kada se koriste u Tier 4 motoru. Vlasnicima opreme se savjetuje da pažljivo provjere sa svojim OEM-ovima o dopuštenim mješavinama goriva i upotrebi u opremi za emisiju Tier 4.

Osim tipičnih razmatranja o održavanju, produktivnosti, preprodaji i cijeni ukupnih troškova vlasništva, postoje novi razlozi zbog kojih korisnici dizelskih motora i opreme moraju postati tečniji sa zahtjevima za emisije motora [6]

Zbog novih nacionalnih standarda čistog zraka i rastućeg pritiska za "ozelenjavanje" vlade i privatne industrije, predviđa se da će se vlasnici opreme sve više susresti s ugovornim specifikacijama, ponudama za posao i vozačima projekata i nepredviđenim okolnostima koje uzimaju u obzir profil emisija njihove opreme natječaj za projekte i postupak dodjele.

Na primjer, na javnim projektima kao što su transportni objekti ili infrastruktura, neke lokalne i državne vlade su posljednjih godina počele zahtijevati od izvođača da pruže detaljne informacije o broju i vrstama opreme koja će se koristiti na projektu i profilima emisija opreme, uz naznaku da li je oprema „naknadno ugrađena“ s kontrolama naknadne obrade ispušnih plinova ili drugom tehnologijom, zajedno s drugim čimbenicima. Neki su ugovori prethodno zahtijevali da kao uvjet za podnošenje ugovora o ugovoru, da bi izvođači radova opremili sve svoje strojeve i opremu, koristili samo čistije dizel gorivo na potencijalnom gradilištu ili druge slične uvjete za smanjenje emisija.

Jedan od prvih i najvidljivijih nacionalnih projekata koji su imali takav zahtjev bio je projekt „velike iskopine“ - izgradnja središnje arterije i tunela kroz Boston, Massachusetts. Noviji primjeri uključuju Cook County Illinois zelene građevinske specifikacije i Illinois izvršni nalog. Profili emisija opreme izvođača radova postaju novi aspekt konkurentnog nadmetanja i mogu napraviti razliku u osvajanju ili gubitku budućih radnih mjesta.

Izvan Kalifornije trenutno ne postoje državni zakoni koji zahtijevaju obvezno naknadno opremanje postojećih, privatnih dizel motora ili opreme. Međutim, sve je veći broj država, uključujući Illinois, New Jersey, New York i Rhode Island, koje zahtijevaju naknadno opremanje državne opreme ili opreme koja je pod ugovorom s državom.

Bilo da ste trgovac opremom, vlasnik ili operator dizelskih strojeva i opreme, postoji nekoliko važnih trendova [6]

- **Više državnih i lokalnih uvjeta:** Više od bilo koje točke u prošlosti, broj državnih i lokalnih zakona koji reguliraju uporabu dizel motora i opreme raste. Ovo okruženje koje se stalno mijenja zahtijeva da vlasnici i trgovci opreme budu u tijeku s državnim i lokalnim zakonima i propisima koji mogu regulirati emisije, vremena praznog hoda i potrošnju goriva.
- **Vlasnici i operateri imaju više odgovornosti:** odgovornost za smanjenje emisija

dizelskih goriva više se kreće prema vlasnicima i operatorima nego prema proizvođačima. Povijesno gledano, smanjenje emisija iz dizelskih motora i strojeva bilo je u potpunosti problem između proizvođača motora i regulatora EPA, gdje su postavljeni novi standardi čistog zraka i proizvođači su napravili promjene u dizajnu kako bi zadovoljile standarde. Vlasnici i operateri jednostavno su kupili nove motore i opremu, a tijekom vremena noviji motori zamjenjuju starije, a ukupne razine emisija poboljšavaju se kako flota postaje novija. Međutim, taj se trend mijenja.

Budući da će emisije Tier 4 biti blizu nule, količina istraživanja i razvoja povećala se i složenija je u usporedbi s prethodnim Tier prijelazima. Budući da su dizelski motori poznati po svojoj izdržljivosti, mnogi stariji strojevi ostaju u upotrebi već godinama i počinju računati s većim udjelom dizelskih emisija. Neki od najstarijih motora i strojeva imaju 20-40 puta veću razinu emisije od novog Tier 4 motora. Kako se u sljedećih pet godina usvajaju novi standardi za ozon i PM, državni i regionalni dužnosnici tražit će isplative, kratkoročne načine za smanjenje emisija putem zahtjeva ili agresivnih poticaja za ubrzanje modernizacije i nadogradnje postojećih motora i strojeva ("ili naknadno opremanje") na niže razine emisija

- **Novi naglasak na smanjenju opreme u praznom hodu:** ovisno o dobi i stanju, dizelski motor u praznom hodu može potrošiti pola do jedan galon goriva na sat. Mnoga radna mjesta imaju više strojeva koji rade u različitim intervalima koji ostaju prazni kada nisu u uporabi. Za razliku od propisa o rekonstrukciji, mjere smanjenja praznog hoda praktički uvijek imaju koristi od utjecaja na okoliš kao i na motor i stoga će vjerojatno biti više napora za podizanje svijesti o praznom hodu dizela i ekonomičnosti isključivanja motora kada se ne koriste; štedi novac za vlasnike i smanjuje emisije u zrak.
- **Klimatske promjene, potrošnja goriva i :** U tijeku su napori u Kongresu i Agenciji za zaštitu okoliša kako bi se regulirale emisije koje su izravno povezane s potrošnjom goriva motora / vozila ili stroja. Za automobile, EPA uspostavlja i standarde emisije i veće zahtjeve za potrošnjom goriva do 2017. Na tržištu kamiona za autoceste, EPA i DOT trenutno rade na utvrđivanju što će u konačnici biti standardi za ekonomičnost potrošnje teških kamiona i emisije u sljedećih nekoliko godine. Iako za

sada nisu predloženi standardi za potrošnju goriva i za strojeve i opremu za terensku vožnju, to uvijek predstavlja mogućnost za kreatore politike.

- **Hibridizacija:** Može li se hibridni pogonski ili utovarni pogon nalaziti u vašoj budućnosti? Neke proizvođače ove opcije već postoje na odabranim strojevima, ali očekuju više hibridizacije kako se tehnologija razvija, a troškovi se smanjuju kako bi se omogućila raširenija uporaba elektromotora, baterija i sustava za pohranu na terenskim strojevima i opremi [6]

#### 4.2. Druga perspektiva

Druga perspektiva dolazi iz laboratorija Nebraska Tractor Test Lab, poznatog kao vrhovni sud za traktorske tvrdnje. Laboratorij, smješten na kampusu Sveučilišta Nebraska - Lincoln, provodi testove učinkovitosti kako bi potvrdio tvrdnje proizvođača o traktorima prodanim u SAD-u. Roger Hoy, direktor laboratorija, kaže da testovi novih traktora koji su sukladni s Tier 4i još nisu napravljeni jer se traktori tek pokreću i testni protokoli se još razvijaju. Međutim, laboratorij je prošle godine testirao Tier 3 traktor opremljen SCR-om.

"SCR sustav možete pronaći na traktorima serije Massey Ferguson 8600 i Challenger MT600C", kaže Hoy. "AGCO ga je ugradio u neku varijantu za Tier 3, što je uvelike poboljšalo njihovu ekonomičnost u potrošnji goriva i pružilo im iskustvo sa sustavom."

Međutim, Nebraska test izvješće o Massey Ferguson 8680 navodi da je "DEF stopa je mjerena na maksimalno 3% od potrošnje dizelskog goriva", što je dodatni trošak kupci moraju uzeti u obzir.

"Općenito, kako je motor radio jače, stvarajući veće temperature izgaranja, nastalo je više NOx što je rezultiralo većim korištenjem DEF-a", kaže Hoy. "Ako se pretpostavi da će DEF imati istu cijenu kao i dizel, možete početi usporediti operative troškove ovog traktora s usporedivim modelom kao što je John Deere 8320R."

Hoy kaže kako je u tijeku akcija odbora koja bi zahtijevala da laboratorij dokumentira stope protoka DEF-a jednako kao i protoke goriva kada se traktori uključe u službeno testiranje.

“Za nas i poljoprivrednike, ova tema će biti mnogo lakša za svakoga kad počnemo imati neke službene podatke o testovima na koje bismo mogli ukazati”, kaže Hoy.

Za sada, on savjetuje kupcima da postavljaju mnoga pitanja (vidi “Insider's tip list”). "I DPF i SCR sustavi koje smo testirali ili promatrali su po mom mišljenju dobro osmišljeni sustavi koji vjerojatno neće imati značajan utjecaj na operativne troškove", kaže Hoy. "Međutim, vjerojatno ćemo vidjeti varijacije tih sustava koji nisu tako dobro dizajnirani da mogu imati nepoželjne karakteristike kao što su iznimno visoka uporaba DEF-a ili aktivne regeneracije koje mogu zahtijevati da traktor zaustavi ono što radi kako bi se regenerirao [9]

#### **4.3. Prednosti daljnjeg razvoja dizelskih motora**

Među najvažnijim prednostima koje pridonose daljnjem razvoju i popularnosti dizelskih motora su [7]

- Dizelski motori su izdržljiviji od benzinskih motora.
- Dizelski motori su učinkovitiji benzinski motori usporedive veličine.
- Dizelski motori lakše se prilagođavaju različitim vrstama goriva.
- Dizelsko gorivo je sigurnije od benzina.
- Dizelski motori su ekološki prihvatljiviji od benzinskih motora.

**Dizelski motori su pouzdaniji od benzinskih motora** - Općenito, komponente dizelskog motora jače su izgrađene od usporedivog benzinskog motora. Osim toga, dizelski motori ne zahtijevaju sustave paljenja iskre, što uklanja uobičajeni izvor kvarova benzinskih motora. Konačno, dizelski motori imaju hladniju radnu temperaturu od benzinskih motora, što

Ova pouzdanost je jedan od razloga zašto su dizelski motori tako popularni za upotrebu u komercijalnim vozilima.

**Dizelski motori učinkovitiji su od benzinskih motora** - Većina benzinskih motora pretvara oko 30% energije u gorivo. Za usporedbu, dizelski motor često pretvara 45 do 50 posto energije u gorivo u korisnu snagu. To može omogućiti motoru da dobije bolju kilometražu ili da radi više posla za određenu količinu goriva u usporedbi s benzinskim motorom. Kontinuirana istraživanja za poboljšanje učinkovitosti dizelskih motora vjerojatno će osigurati da oni u doglednoj budućnosti ostanu učinkovitiji od benzinskih motora.

**Dizelski motori su fleksibilniji od benzinskih motora** - Benzinski motori zahtijevaju opsežne izmjene kako bi se koristile različite mješavine i vrste goriva. Međutim, dizelski motor se može lako modificirati kako bi se prihvatile različite vrste goriva, osobito mješavine biogoriva koje postaju sve popularnije. Iz tog razloga, dizelski motori će vjerojatno moći iskoristiti buduće vrste goriva bez potrebe za skupim preinakama. Ova prednost je posebno važna zbog činjenice da će u budućnosti biti vidljivo široko prihvaćanje biogoriva i drugih mješavina alternativnih goriva. Lakoća kojom dizelski motor može koristiti ove nove vrste goriva osigurat će da vlasnici dizelskih motora mogu iskoristiti ove mogućnosti i izbjeći potrebu za plaćanjem sve skupljih zaliha benzina.

**Dizelsko gorivo je sigurnije od benzina** - Ne samo da je benzin lako zapaljiv, već i kad se ispari, može stvoriti eksplozivnu smjesu koja je izuzetno opasna za svakoga u tom području. Dizelska goriva ne dijele taj nedostatak i manje je vjerojatno da će se slučajno zapaliti. Zbog toga su dizelski motori sigurniji tijekom rada i u slučaju nezgode. To može biti posebno važno za gospodarska vozila, zbog velikih spremnika goriva.

**Dizelski motori manje zagađuju od benzinskih motora** - Možda je jedan od najvažnijih čimbenika u budućnosti popularnosti dizelskih motora činjenica da imaju niz ekoloških prednosti u odnosu na benzinske motore. Što je najvažnije, dizelski motori proizvode manje ugljičnog dioksida od benzinskih motora što smanjuje njihov utjecaj na globalne klimatske promjene. U kombinaciji s njihovom sposobnošću da prihvate širok raspon sintetičkih alternativa tradicionalnim fosilnim gorivima, to bi moglo vrlo dobro dovesti do toga da dizelski motori nadmašuju benzinske motore u smislu smanjenja njihovog utjecaja na okoliš.

#### 4.4. Budućnost dizelskih motora

Zbog navedenih prednosti, dizelski motori će vjerojatno još dulje vrijeme biti u upotrebi.

To je osobito važno s obzirom na sve strože zahtjeve za emisiju i kilometražu koje je propisala savezna vlada [7].

Ove činjenice zajedno čine iznimno vjerojatnim da će broj dizelskih motora koje koriste privatni i komercijalni interesi i dalje pokazivati stalan rast tijekom ostatka desetljeća. Nadalje, broj brodskih, željezničkih i fiksnih dizelskih motora također će pokazivati stalan rast, posebno budući da su dizelski motori već dominantni u tim područjima.

Kada se uzme u obzir iscrpljivanje uslijed umirovljenja i drugih čimbenika, to ukazuje da će novi dizelski mehaničari otkriti da ovo polje nudi širok raspon profesionalnih otvora.

Naposljetku, dizelski motor je vitalni dio američke prometne i energetske infrastrukture i zasigurno će i dalje rasti, budući da prednosti modernih dizelskih motora postaju sve očitije u usporedbi s tradicionalnim benzinskim motorom.

To je osobito važno s obzirom na potrebu smanjenja utjecaja osobnih automobila i gospodarskih vozila na okoliš, što će dodatno postrožiti zahtjeve pri uporabi dizelskih motora.

U bliskoj budućnosti, vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem vjerojatno neće nestati s europskih cesta. Kako bi se smanjio njihov utjecaj na kvalitetu zraka, stalno se unaprijeđuju motori u suvremenim vozilima.

Unatoč negativnoj percepciji javnosti, tehnologija dizelskih motora je posljednjih godina dramatično evoluirala kako bi ograničila onečišćujuće tvari u zraku i smanjila emisije CO<sub>2</sub> .

Zapravo, moderni i čišći dizelski motori kombiniraju veliku potrošnju goriva s gotovo nultom emisijom ultrafinih čestica i dušikovih oksida, što ih čini jednim od najisplativijih opcija za smanjenje emisija iz prometa u Europi.

Evo nekih inovacija u tehnologiji dizelskih motora koje se aktivno bore s problemima kvalitete zraka [8]



- **Filteri za čestice čađe (DPF)** uklanjaju 99,9% čestica koje dolaze iz motora, uključujući ultrafine čestice. Keramički filtri za zidni prolaz uklanjaju gotovo sve čestice ugljika, uključujući fine čestice promjera manje od 100 nanometara (nm). Budući da je zakon o emisiji ispušnih plinova Euro 5b uveden 2011., DPF-ovi su učinkovito obvezni.
- **Sustavima naknadne obrade ispušnih plinova DeNO<sub>x</sub>**, kao što su selektivna katalitička redukcija (SCR) i NO<sub>x</sub>, dodatno se smanjuju i kontroliraju emisije NO<sub>x</sub> iz ispušnih cijevi dizelskih automobila. U SCR sustavu amonijak se koristi za pretvaranje više od 70% (do 95%) NO i NO<sub>l</sub> u dušik preko posebnog sustava katalizatora. AdBlue<sup>®</sup>, na primjer, je otopina uree koja se pažljivo ubrizgava iz zasebnog spremnika u ispušni sustav automobila s dizelom, gdje se hidrolizira u amonijak ispred SCR katalizatora. Sve veći broj dizelskih vozila registriranih nakon rujna 2015. (pretežno vozila koja zadovoljavaju normu Euro 6) opremljena su ovom tehnologijom.
- **Katalizatori oksidacije** ostaju ključna tehnologija za dizelske motore i pretvaraju ugljikov monoksid (CO) i ugljikovodike (HC) u CO<sub>2</sub> i vodu.

## 5. ZAKLJUČAK

Poboljšana, nova dizelska tehnologija će rezultirat daljnjim pomakom u granicama onoga što je do sada bilo moguće, što je dovelo do održivog smanjenja emisija dušikovih oksida. Ovaj tehnološki proboj može učiniti dizel čistiji od benzinskog motora. To znači da je dizel još uvijek pristupačna alternativa za urbani promet i u budućnosti će biti i ekološki prihvatljiv.

Argumenti u korist dizela:

- **Klimatski prihvatljiv** - dizelski motori smanjuju utjecaj na našu klimu. Dizel koji je u skladu s emisijskim standardima Euro 6 emitira oko 15% manje nego usporedivi benzinski motor.
- **Očuvanje resursa** – niža potrošnja goriva dizelskih motora čuva resurse – i štedi novac za česte vozače.
- **Klimatski ciljevi** – dizel ostaje apsolutno neophodan za postizanje klimatskih ciljeva EU-a. Bez dizela bit će teško postići ciljeve u pogledu učinkovitosti goriva i emisija koje je EU postavila za 2020. godinu i dalje.
- **Gotovo da nema emisije čestica** – od uvođenja filtera za čestice, emisije dizelskih goriva učinkovito su prestale biti čimbenik onečišćenja česticama u gradovima.
- **Kvaliteta zraka** - vozila koja su opremljena najmodernijom dizelskom tehnologijom neće imati vidljiv negativan utjecaj na količinu dušikovih oksida u gradskom zraku – bez obzira na vozački stil vožnje ili temperaturu motora vozila.

## **6. POPIS KRATICA**

1. GFD-Gasmotoren-Fabrik Deutz
2. KHD-Klockner Humboldt Deutz
3. EMCT-Europska konferencija ministara prometa
4. EPA-Agencija za zaštitu okoliša
5. SCR-Selektivna katalistička redukcija
6. DEF-Ispušni fluid za diesel

## 7. LITERATURA

1. Čevra, A. (1991): Motori i motorna vozila 1, Školska knjiga, Zagreb
2. Golubić, J. (1993): Smanjenje štetnosti ispušnih plinova dizelskog motora, Promet, Zagreb – 5 (1993)
3. Golubović, J. (1999): Promet i okoliš, FPZ, Zagreb
4. Lambić, M. (1998): Dizel-motori, Tehnička knjiga, Beograd
5. Veliki, T. (2002): Dizel – motori: snažni pokretači, Drvo znanja: enciklopedijski časopis za mladež, God. 6
6. <https://www.dieselforum.org/files/dmfile/CleanDieselTechnologyforOff-Road.pdf> (29.01.2019.)
7. <http://www.dieselmechanicguide.com/the-diesel-engine-and-its-future/> (29.01.2019.)
8. <https://www.dieselnet.com/>, (29.01.2019.)
9. "<https://www.farmprogress.com/tractors/guide-tier-4-engines>" (29.01.2019)

## **8. POPIS SLIKA**

Slika 1. Shema tehnologije Interim Tier 4 koja koristi EGR. (John Deere)

Slika 2. Shema Tier 4 tehnologije koja koristi SCR. (John Deere)

## **9. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Maksimalne dopuštene količine (g/km) pojedinih štetnih tvari u ispuhu motora vozila kategorije M1 kod Diesel motora

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih  
Preddiplomski stručni studij Mehanizacija u poljoprivredi

Završni rad

Matej Soldo

### **Budućnost uporabe dizel motora u poljoprivrednoj mehanizaciji**

#### **Sažetak**

Vjerojatno će dizelski motori i dalje rasti u popularnosti. Zbog prednosti, sve veći broj proizvođača automobila napravili su planove da u budućnosti ponude širi asortiman vozila na dizel. To je osobito istinito s obzirom na sve strože zahtjeve za emisiju i kilometražu koje je propisala savezna vlada. Ove činjenice zajedno čine iznimno vjerojatnim da će broj dizelskih motora koje koriste privatni i komercijalni interesi i dalje pokazivati stalan rast tijekom ostatka desetljeća. Nadalje, broj brodskih, željezničkih i fiksnih dizelskih motora također će pokazivati stalan rast, posebno budući da su dizelski motori već dominantni u tim područjima. Čista dizelska tehnologija sada je standard za svu novu tehnologiju, sve od novih osobnih automobila i kamioneta do komercijalnih kamiona na autocestama. Čisti dizel je sustav od tri glavne komponente: čišće dizelsko gorivo, napredna tehnologija motora i naknadna obrada. Sada, počevši od 2011. godine, ova nova generacija čiste dizelske tehnologije za terenske motore i opremu poznatu kao Tier 4 će se probiti na gradilištima i industrijskim gradilištima i farmama širom zemlje. Ovaj rad opisuje prekretnice i tehnologiju i što to znači za trgovce, distributere, mehaničare i one koji rade s dizelskim motorima i opremom.

**Glavne riječi:** *dizel motor, problem današnjih dizel motora, budućnost dizel motora*

29 stranice, 1 tablica, 2 slika, 9 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku.

#### BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agriculture in Osijek  
Professional study Agricultural entrepreneurship

Final Work

### **Future of diesel engine use in agricultural mechanization**

#### **Summary**

Diesel engines will probably continue to grow in popularity. Due to the benefits, an increasing number of car manufacturers have been created to offer a wider range of diesel vehicles in the future. This is especially true given the stringent requirements for emission and mileage prescribed by the federal government. These facts together make it extremely likely that the number of diesel engines using private and commercial interests will continue to show steady growth over the rest of the decade. Furthermore, the number of marine, rail and fixed diesel engines will also show growth, especially since diesel engines are already dominant over time. Clean diesel technology is now a standard for new technology, from all personal cars and trucks to commercial trucks on motorways. Clean diesel is a system of three main components: clean diesel fuel, advanced engine technology and subsequent processing. Now, starting in 2011, the new generation of clean diesel technology for field engines and equipment is known as Tier 4 and will be proven on construction sites and industrial sites and farms across the country. This paper describes the fences and technology and what it means for traders, distributors, mechanics and those who work with diesel engines and equipment.

**Key words:** *diesel engine, the problem of today's diesel engines, the future of diesel engines*

29 pages, 1 table, 2 pictures, 9 references

Final work is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and in digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek.